



**SAVONIA**

# **Höyläämön materiaalihukan seuranta**

**Jukka Puumalainen**

Opinnäytetyö

---

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Puutekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä (t) Jukka Puumalainen			
Työn nimi Höyläämön materiaalihukan seuranta			
Päiväys	16.4.2012	Sivumäärä/Liitteet	32/3
Ohjaaja (t) Tuntiopettajat Risto Pitkänen ja Mauno Multamäki			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Varkauden Puu Oy/Timo Tenhunen, toimitusjohtaja			
<b>Tiivistelmä</b>  Tämän insinööritöön tavoitteena oli suunnitella Varkauden Puu Oy:lle materiaalihukan seurantajärjestelmä, jossa otetaan huomioon saha- ja höylätavarahukka. Lisäksi tehtävänä oli toteuttaa Excel-pohjainen raportointijärjestelmä, johon tuotannosta saadut tulokset syötetään. Yrityksellä on jo pidemmän aikaa ollut tarve materiaalihukan selvittämiseen, sillä materiaalihankinnoilla on merkittävä vaikutus tuotantokustannuksiin. Työssä pohdittiin myös materiaalihukkaan vaikuttavien eri tekijöiden merkitystä.  Työn käytännön osuus tehtiin tarkkailemalla yhden höylälinjan toimintaa tammi-helmikuussa 2012. Tarkastelujakson aikana seurattiin höylälinjalla syntyvää materiaalihukkaa ja saadut tulokset kirjattiin seurantalomakkeelle. Tulosten sekä tuotannonseurannasta saatujen ideoiden pohjalta yritykselle luotiin yksinkertainen hukan seurantajärjestelmä sekä raportointijärjestelmä.  Insinööritöön tuloksia voidaan hyödyntää tulevaisuudessa vertailtaessa sahatavaran toimittajien välistä laatua. Raportointijärjestelmän tulosten pohjalta voidaan tehdä päätöksiä sahatavaran hankinnan suhteen sekä vertailla kuinka materiaalihukka vaihtelee eri tuotteiden välillä. Tuloksia voidaan hyödyntää myös höylätuotteiden hinnoittelussa.			
Avainsanat Materiaalihukka, höyläämö			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Wood Technology			
Author(s) Jukka Puumalainen			
Title of Thesis Developing a Material Loss Tracking System for a Planing Mill			
Date	16 April 2012	Pages/Appendices	32/3
Supervisor(s) Mr Risto Pitkänen, Full-time Teacher; Mr Mauno Multamäki, Project Engineer			
Client Organisation/Partners Varkauden Puu Oy/Mr Timo Tenhunen, Managing Director			
<b>Abstract</b>  <p>The aim of this thesis was to develop a material loss tracking system for Varkauden Puu Oy. The tracking system will take into account the loss in sawn timber and planed products. In addition, the purpose of this thesis was to develop an Excel based reporting system. The results from production can be entered to a reporting system which can be used to analyze and summarize the results. The company has for a long time had a need to find out material losses because material purchasing has a significant influence on manufacturing expenses. This thesis also examined how different factors effect on the amount of material loss.</p> <p>The work was done by observing the activity of a planing line during a four weeks' period. The measurements were carried out in January-February 2012. Material loss was observed during that period and the results were documented. The results and ideas from the manufacturing process created a good basis for the material loss system and the reporting system.</p> <p>The results of this thesis can be utilized in the future for example for comparing the quality of sawmills. The reporting system gives a lot of information which can be used when making decisions about purchasing sawn timber. In addition, it is possible to compare how material loss changes between different dimensions. The results of this thesis can be also utilized when calculating the prices of different planed products.</p>			
Keywords Material waste, planing mill, planing line			
Public			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSESITTELY .....	7
3	LEAN-AJATTELU .....	8
4	HUKKA JA HUKKATYYPIT .....	9
4.1	Hukka.....	9
4.2	Hukkatyytit.....	9
5	TYÖN TOTEUTUS.....	12
5.1	Lähtötilanne .....	12
5.2	Prosessin kulku tehtaalla .....	12
5.3	Tuotannon seuranta.....	14
5.4	Tulosten kerääminen .....	14
6	MATERIAAHUKAN SEURANTAJÄRJESTELMÄN KUVAUS.....	16
7	TUOTANNON RAPORTOINTIJÄRJESTELMÄ.....	18
7.1	Järjestelmän tarkoitus ja hyödyt .....	18
7.2	Järjestelmän käyttäminen.....	18
7.2.1	Tulosten syöttäminen taulukkoon .....	19
7.2.2	Yhteenveto-välilehtien käyttö .....	20
8	SEURANTAJAKSON TULOSTEN ANALYSOINTI .....	22
8.1	Sahatavaran toimituspituuden vaikutus hukkaan .....	22
8.2	Sahatavaran toimittajan vaikutus hukkaan .....	23
8.3	Höyläysprofiilin vaikutus hukkaan.....	24
8.4	Lopputuotteen ostajan vaikutus hukkaan .....	25
8.5	Tyvi- ja latvapäästä katkaisun vaikutus hukkaan.....	26
9	MATERIAALIHUKAN VAIKUTUS TUOTTAVUUTEEN .....	28
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO .....	30
	LÄHTEET .....	32

## LIITTEET

Liite 1 Seurantajakson tuotannon seurantalomake

Liite 2 Materiaalihukkajärjestelmän seurantalomake

Liite 3 Seurantajakson tulokset

## 1 JOHDANTO

Höyläämöteollisuudessa menestyäkseen yrityksen on pystyttävä käyttämään raaka-aine mahdollisimman tehokkaasti hyväkseen. Höyläämöissä raaka-aineen tehokkaalla käytöllä on merkittävä vaikutus valmistuskustannuksiin. Raaka-aine muodostaa höyläämöalalla suuren osan valmistuskustannuksista, joten pienistäkin materiaalihävikkeistä yritykselle syntyy vuositason suuria kustannuksia. Optimoimalla raaka-aineen käyttö mahdollisimman tehokkaasti, säästetään tuotantokustannuksissa sekä pystytään parantamaan tuottavuutta. Kilpailu on nykyään entistä kovempaa yritysten välillä, joten yrityksillä on paineita pysyä mukana jatkuvasti muuttuvassa toimintaympäristössä ja tämän vuoksi on tärkeitä kiinnittää huomiota tuotannon tehostamiseen ja raaka-aineen käytön optimointiin.

Toyotan tapaan -kirjan mukaan hukka voidaan jakaa moneen osa-alueeseen, mutta tässä insinööriyössä keskitytään ainoastaan materiaalihukan tunnistamiseen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Voidaan kuitenkin todeta materiaalihukan vaikuttavan merkittävästi muihin hukan tyyppeihin kuten esimerkiksi tarpeettomiin varastoihin ja tavaran kuljetteluun, mikä osaltaan vaikuttaa kone- ja työajan hukkaamiseen. Edellä mainitun asian vuoksi tuottavuus saattaa kärsiä sekä kustannukset kasvaa.

Insinööriyön tavoitteena on luoda yksinkertainen järjestelmä, jolla seurataan materiaalihukkaa tuotannon eri vaiheissa sekä Excel-pohjainen raportointijärjestelmä, johon seurannasta saadut tulokset syötetään. Raportointijärjestelmän avulla tuotannosta saadaan päiväkohtaiset laaturaportit. Työ tehdään Varkauden Puulle, jolla on ollut pidemmän aikaa tarve materiaalihukan selvitykselle. Työssä keskitytään seuramaan yhden höylälinjan materiaalihukkaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Käytännössä insinööriyö toteutetaan seuraamalla yrityksen tuotantoa neljän viikon ajanjakson aikana tammi-helmikuussa vuonna 2012.

## 2 YRITYSESITTELY

Varkauden Puu Oy sijaitsee Pohjois-Savossa Varkauden kaupungissa. Yritys on perustettu vuonna 1978 ja yrityksen toimitusjohtajana toimii Timo Tenhunen. Varkauden Puun päätuotteita ovat muotoon höylätyt listat sekä sisustuspaneelit. Raaka-aineena yritys käyttää PEFC-standardin mukaisesti tuotettua kotimaista puutavaraa, pääasiassa mäntyä. Raaka-aine hankitaan Itä-Suomen alueella toimivilta sahalaiteksilta. Tällä hetkellä yritys työllistää noin 40 henkilöä.

Yritys on suuntautunut vahvasti ulkomaan markkinoille, sillä noin puolet tuotannosta menee vientiin Saksaan ja Isoon-Britanniaan. Varkauden Puun toiminta on asiakasohjautuvaa, sillä tuotteet valmistetaan asiakkaiden tilausten mukaan. Lisäksi yritys vuokrahöylää oksatonta höylätavaraa muutamille yrityksille, jotka jatkojalostavat tuotteita esimerkiksi pintakäsittelylinjalla. Asiakkailla on myös mahdollisuus tilata erikoisdimensioita, sillä Varkauden Puulla on oma terävalmistus. Varkauden Puu tuottaa vuosittain yli 15 miljoonaa juoksumetriä puulistoja. Samalla tehdasalueella toimiva Jatkos Oy hyödyntää prosessista syntyviä katkaisupätkiä sormijatkoslinjastolla. Jatkos Oy valmistaa männystä oksattomia muotoaihoita vuosittaisen tuotantokapasiteetin ollessa 7 500 m<sup>3</sup>. Höyläyksestä syntyy myös purua ja polttohaketta. Puru paalataan kuivikkeeksi ja myydään muun muassa maatalouksille. Sen sijaan hake myydään lämmitysraaka-aineeksi. (Varkauden Puu, [www.sivu.fi](http://www.sivu.fi).)

### 3 LEAN-AJATTELU

Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, jonka tärkein idea on pyrkiä tuottamaan asiakkaalle mahdollisimman pienillä resursseilla mahdollisimman paljon arvoa. Lean-ajattelun ytimenä on pyrkimys poistaa kaikki turha ja keskittyä prosessin oleellisimpiin kohtiin sekä kehittää näiden toiminnan laatua pitkällä aikavälillä. (Ranta 2010, 11.)

Lean-toiminnan (Lean production) juuret ovat vuodelta 1990, jolloin oli käynnissä tutkimus eri maiden autoteollisuusyritysten kilpailukyvyistä. Tutkimuksen tuloksina löydettiin samankaltaisia piirteitä menestyvien yritysten toiminnan välillä. Tutkimukset osoittivat, että kun keskitytään pelkästään asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan, pystytään säästämään huomattavasti kustannuksia sekä aikaa. (Ranta 2010, 11.)

Lean-ajattelu sai alkunsa Japanissa, kun Toyota ryhtyi kehittämään omaa tuotantojärjestelmäänsä, Toyota Production System -konseptiaan. Ajan kuluessa lean-toiminnasta on syntynyt tunnettu ja paljon käytetty yhdistelmä menetelmiä, jotka ovat jatkuvasti kehittyneet eteenpäin ja joihin on lisätty uusia tehokkaita menetelmiä. Lean on aikojen saatossa kehittynyt soveltamisen johdosta ja jatkaa edelleen kehittymistään. Voidaankin sanoa että lean-toiminnassa pyritään jatkuvasti etsimään uusia toimintatapoja sekä työkaluja prosessin tehostamiseen. Jos uusia tehokkaampia menetelmiä löydetään, ne yhdistetään jo olemassa olevaan. (Merikallio & Haapasalo 2009, 8.)

Leanin tehokkuus perustuu järjestelmällisyyteen, päivittäisiin käytäntöihin sekä työkaluihin, joita tarvitaan tehokkaiden prosessien vakiinnuttamiseksi ja ylläpitämiseksi. Leanin toiminnassa periaatteena on, että kaikki lisäarvoa tuottamaton työ karsitaan prosessista. Organisaatio pyrkii täydellisyyden tavoittelulla kohti parempaa suoritusta ja virheetöntä toimintaa. Yksi tärkeimmistä lean-toimintatavan osa-alueista on jatkuva parantaminen. (Merikallio & Haapasalo 2009, 8.)



## 4 HUKKA JA HUKKATYYPIT

### 4.1 Hukka

Vaittinen (2011) määrittelee Likerin (2004) mukaan hukan kaikeksi ylimääräiseksi työksi, joka ei tuota tuotteelle lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta. Tämä tarkoittaa, että prosessia tarkastellaan asiakkaan silmin ja pyritään tunnistamaan ne osa-alueet, joista asiakas on halukas maksamaan. Tässä tapauksessa asiakkaalla voidaan tarkoittaa loppuasiakasta eli kuluttajaa tai sisäistä asiakasta. Sisäisiä asiakkaita voivat olla esimerkiksi seuraava työvaihe tai tuotantolaitos. Tätä hukkamäärittelyä voidaan käyttää valmistus-, palvelu- sekä informaatioprosesseissa. Kaikki vaiheet, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle, määritellään hukaksi.

Lean-ajattelun keskeisimpiä tavoitteita on poistaa hukka prosessista. Kaikkea hukkaa ei kuitenkaan ole mahdollista poistaa, sillä esimerkiksi materiaaleja täytyy kuljettaa prosessin eri vaiheiden välillä tai työkaluja täytyy siirtää oikeaan paikkaan. Mikään edellä mainituista ei tuota asiakkaan näkökulmasta tuotteelle lisäarvoa, mutta ne ovat kuitenkin välttämättömiä työvaiheita tuotteen valmistuksen kannalta. Lean-ajattelussa pyritään minimoimaan tällaisiin työvaiheisiin kuluva aika. (Vaittinen 2011, 21.)

Toyotan mukaan on mahdollista tunnistaa seitsemän erilaista lisäarvoa tuottamatonta hukkatyyppiä liiketoiminta- ja valmistusprosesseista. Näiden lisäksi Liker (2006) on lisännyt vielä yhden hukkatyyppin, joka ottaa huomioon työntekijän luovuuden käyttämättä jättämisen. Niitä pystyy soveltamaan useissa eri toimintaympäristöissä kuten valmistuslinjastolla, tuotekehityksessä tai vaikkapa tilausten vastaanottamisessa ja toimistossa. Yleensä tuotteen valmistus käsittää lukuisia eri työvaiheita, mutta vain murto-osa näistä tuottaa lisäarvoa tuotteeseen asiakkaan näkökulmasta. Toyotan idea perustuu turhiin työvaiheisiin kuluvan ajan poistamiseen tai minimoimiseen. (Liker 2006, 28.)

### 4.2 Hukkatyytit

Lisäarvoa tuottamattomat hukan päätyypit voidaan jakaa kahdeksaan päätyyppiin, jotka (Liker 2006, 28-29) on kuvaillut seuraavanlaisesti:

## 1 Ylituotanto

Tavoitteena on tilata tuotannossa tarvittavat osat vasta sitten, kun asiakas on tehnyt tilauksen. Tällä tavalla vältetään tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista sekä varasto- ja kuljetuskustannuksia liiallisen varastoinnin vuoksi. Aina kun valmistusprosessissa tuotetaan enemmän kuin asiakas haluaa, syntyy jonnekin ylimääräistä varastoa, mikä aiheuttaa ongelmia. Taiichi Ohnon mukaan (Liker 2006) ylituotanto on merkittävin hukkatyyppi, sillä se aiheuttaa suurimman osan muusta tuhlauksesta.

## 2 Odottelu

Odottelua syntyy kun työntekijät joutuvat seuraamaan automatisoituja koneita tai odotellessaan seuraavaa työvaihetta, työkalua, toimitusta tai komponenttia. Varastojen loppuminen ennen aikojaan, koneiden sammuttaminen sekä pulonkaulat aiheuttavat myös odottelua.

## 3 Tarpeeton kuljettelu

Keskeneräisen työn kuljettaminen pitkiä matkoja, tehottoman kuljetuksen luominen tai materiaalien, osien tai valmiiden tuotteiden siirtely varastoon, varastosta tai prosessista toiseen nähdään turhina työvaiheina, koska nämä eivät tuota lisäarvoa.

## 4 Ylikäsittely tai virheellinen käsittely

Hukkaa on tarpeettomien työvaiheiden suorittaminen osien käsittelyssä. Turhaa liikkumista ja virheitä tuotteeseen voi myös aiheutua, kun toimitaan tehottomasti kehnon työkalun tai tuotesuunnitelman vuoksi. Hukkaa aiheutuu myös, kun valmistetaan laadukkaampia tuotteita kuin on tarve.

## 5 Tarpeettomat varastot

Raaka-aineen liiallinen määrä, keskeneräiset hyödykkeet sekä valmiit tuotteet pidentävät läpimenoaikoja, aiheuttavat vanhentuneisuutta sekä vahingoittuneita tuotteita. Tarpeettomat varastot lisäävät myös kuljetus- ja varastokustannuksia sekä viiveitä.

## 6 Tarpeeton liikkuminen

Työntekijöiden kaikki turha liikehdintä työn aikana kuten työkalujen etsiminen, kurkottelu ja pinoaminen ovat hukkaa. Näiden lisäksi myös kävely on hukkaa. Kaikki turha liikehdintä ei tuota lisäarvoa tuotteelle asiakkaan näkökulmasta.

## 7 Viat

Tuotannossa syntyvät vialliset kappaleet tai tuotteiden korjaaminen ovat hukkaa. Turhaa työtä syntyy myös kun tuotteita heitetään pois, työstetään uudelleen, tarkastetaan tai valmistetaan täydennysosia. Nämä kaikki tekijät vievät aikaa hukkaan ja eivät tuota lisäarvoa tuotteelle.

## 8 Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen

Viimeinen hukan muoto on ideoiden ja luovuuden käyttämättä jättäminen. Työntekijöillä saattaa olla usein ehdotuksia, ideoita tai taitoja, joilla prosessia voitaisiin parantaa. Näitä ei uskalleta kertoa, jos työntekijöillä on tunne, ettei heidän ajatuksiaan kuunnella tai oteta huomioon. Kaikki työntekijöiden huomioimatta jääneet parannusehdotukset, oppimismahdollisuudet, taidot ja ideat ovat hukkaa.

## 5 TYÖN TOTEUTUS

### 5.1 Lähtötilanne

Lähtökohtana insinööriyön suorittamiselle oli yrityksen tarve selvittää tuotannosta aiheutuva materiaalihukka. Materiaalihukan vähentämisellä voidaan saavuttaa säästöjä valmistuskustannuksissa sekä parantaa tuottavuutta. Raaka-aine on pyrittävä käyttämään mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi. Tavoitteena insinööriyössä oli kehittää yritykselle yksinkertainen materiaalihukan seurantajärjestelmä, jolla voitaisiin seurata prosessin eri vaiheiden aikana syntyvää materiaalihukkaa. Työssä keskityttiin ainoastaan materiaalihukan määrän selvittämiseen. Tämän lisäksi tavoitteena oli suunnitella yritykselle Excel-pohjainen raportointijärjestelmä, johon tuotannon seurannassa saadut tulokset voitaisiin syöttää.

Tarkastelujakson aikana tuotanto toimi kahdessa vuorossa. Tuotantoa seurattiin ainoastaan aamuvuoron aikana. Vuoro alkoi aamuseitsemältä ja kesti seitsemän ja puoli tuntia. Työvuoro sisälsi kaksi 15 minuutin pituista kahvitaukoa sekä yhden puolen tunnin pituisen ruokatauon. Työn tarkoituksena oli tarkastella pelkästään yhtä höyläkonetta, jonka yritys oli noin vuosi sitten hankkinut. Kyseinen höylä on yrityksen viidestä höyläkoneista tehokkain, koska sillä on mahdollista höylätä useassa kerroksessa listatavaraa.

### 5.2 Prosessin kulku tehtaalla

Pyöräkoneen kuljettajan tehtävänä on kuljettaa sahatavarapaketti nippukatkaisusahalle. Raaka-aineet noudetaan joko raaka-ainevarastosta tai suoraan rekan kyydistä. Nippukatkaisusahalla työskentelevä henkilö tasaa nipun päät nippupuristimella, minkä jälkeen paketti nostetaan sahauspaikalle. Tämän jälkeen nippu katkaistaan sahalla haluttuun loppupituuteen. Samalla syntyy katkaisupaloja, jotka niputetaan omalle lavalle ja viedään sormijatkettavaksi Jatkos Oy:lle. Seuraavaksi trukki-kuski vie nipun kuljettimelle, joka liikuttaa sahatavaran tehdashalliin.

Sahatavarapaketin saapuessa halliin, höylääjän tehtävänä on poistaa suojamuovi sekä vanteet paketin ympäriltä. Höylääjällä on suuri vastuu pitää kone koko ajan käynnissä sekä lajitella ja poistaa höylään kelpaamattomat raakit toiselle rullalinjastolle. Raakkeja voi syntyä huomattavan paljon erän aikana riippuen sahatavaran laadusta sekä lopputuotteen laadun vaatimustasosta. Hylätyt raakit eivät mene huk-

kaan, sillä ne käytetään hyväksi höylättäessä listatavaraa, jonka laatu saa olla kehittävää. Tässäkin tapauksessa syntyy raakkeja, mutta ne joko sormijatketaan höyläaihioiksi tai haketetaan.

Höylääjällä on radioyhteys pyöräkoneen kuljettajaan sekä terähuoneessa työskentelevään henkilöön. Tämä auttaa huomattavasti kommunikointia, jos esimerkiksi sahatavara loppuu tai tarvitaan uusia teriä höylään.

Höylätavaran vastaanottajan tehtävänä on pinkata höylätavara ennalta sovitun kokoihin nippuihin. Tämän lisäksi hän valvoo höylätavaran laatua ja poistaa laadultaan huonot kappaleet. Hän myös kirjaa toteutuneen tuotannon sekä höylätyn metrimäärän pöytäkirjaan jokaisesta höyläyserästä. Toinen työntekijä vie valmiin nipun sidontakoneelle sekä pinkkaa niput lavoille. Heidän tehtävänä on myös valvoa tarrakoneen toimintaa sekä erän vaihtuessa vaihtaa tarrakoodi. Riippuen lopputuotteen dimensioista, höylän vastaanottopuolelle tarvitaan kolmaskin työntekijä. Yleensä höylätään useassa kerroksessa ja dimensioita syntyy useita (KUVA 1). Kolmas työntekijä siirtää listoja hieman linjalla, jotta listat osuvat toiselle tarrakoneelle.



KUVA 1. Höylällä on mahdollista höylätä useassa kerroksessa. Kuva Jukka Puumalainen 2012.

### 5.3 Tuotannon seuranta

Insinööriyön tietojenkeruujakson kesto oli neljä viikkoa. Ensimmäinen viikko kului yrityksen tuotantoprosessin kokonaiskuvan hahmottamiseen, materiaalihukan eri tyyppien tunnistamiseen sekä tuotannon seurantalomakkeen tarkentamiseen. Seurantalomakkeen käyttöä kokeiltiin myös käytännössä muutamien höyläyserien kohdalla sekä lomakkeeseen tehtiin tarvittavia muutoksia. Ensimmäisen viikon aikana päätettiin yhdessä toimitusjohtaja Timo Tenhusen ja työnjohtaja Jukka Paukkosen kanssa seurantalomakkeen lopullinen ulkoasu, jota tulotisiin käyttämään tulosten keräämisessä. Tämän lisäksi hahmoteltiin myös kuinka yrityksen työntekijät voivat käyttää seurantalomaketta tulevaisuudessa seuratessaan tuotantoa. Lomaketta täytyi yksinkertaistaa, jotta työntekijät pystyivät keskittymään työntekoon eikä aikaa kuluisi liikaa lomakkeen täyttämiseen.

Seuraavat kolme viikkoa kuluivat höylälinjaa seuratessa ja tarkkailemalla materiaalihukkaa. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon syntyy lajittelun aiheuttamaa sahatavarahukkaa nippukohtaisesti. Tämän lisäksi laskettiin höylätavarahukka eräkohtaisesti aina kun erä saatiin höylättyä. Myös toteutunut tuotanto kirjattiin ylös eli kuinka paljon tuotettiin valmista höylätavaraa. Seurantajakson aikana kerättiin tulokset 18 höyläyserästä ja 53 sahatavaraniipusta. Tuotannonseurannan aikana kirjattiin myös kehitysideoita kuinka hukkaa voitaisiin vähentää.

### 5.4 Tulosten kerääminen

Työvuoron ajalta saadut tulokset kirjattiin materiaalihukan seurantalomakkeeseen (liite 1). Käytännössä tulosten kirjaaminen tapahtui merkkamalla ”tukkimiehenkirjanpidolla” viiva lomakkeeseen, silloin kun höylääjä hylkäsi laudan. Jokaiselle höylään saapuvalle sahatavaraniipulle täytettiin oma lomake, jotta saatiin käsitys laadun vaihtelemisesta toimittajien välillä. Lomakkeeseen merkattiin muuan muassa sahataran toimittaja, toimitus- ja katkaisupituus, lopputuotteen dimensio sekä nipun kappalemäärä ja hylätyt kappaleet. Jokaiselle yleisimmälle hylkäysperusteelle oli oma sarakkeensa. Hylkäyssyitä olivat muun muassa oksaisuus, vajaasärmäisyys, alimitaisuus sekä halkeama. Erän loputtua jokaiseen erän aikana syntyneeseen lomakkeeseen laskettiin hylättyjen kappaleiden yhteismäärä. Neljän viikon tarkastelujakson jälkeen saadut tulokset kirjattiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan (liite 3).

Nippukatkaisusahalla työskentelevän henkilön kanssa sovittiin yhteistyöstä siten, että hän merkkasi spray-maalilla paketin sivuun toimittajan nimen, toimitus- ja katkaisupituuden sekä onko nippu katkaisu tyvi- vai latvapäästä (KUVA 2). Tästä oli suuri hyöty, koska nipun saapuessa höylälle oli helppo merkata kyseiset tiedot lomakkeeseen.



KUVA 2. Sahatavarannippuun merkatut nippukohtaiset tiedot. Kuva Jukka Puumalainen 2012.

Erän vaihtuessa viimeisen lomakkeen takasivulle merkattiin toteutunut tuotanto sekä lajittelijan loppupäässä hylkäämien listojen yhteismäärä. Näiden tietojen avulla oli mahdollista laskea höylätavaran hukkaprosentti eräkohtaisesti.

## 6 MATERIAAHUKAN SEURANTAJÄRJESTELMÄN KUVAUS

Lähtökohtana seurantajärjestelmän suunnittelussa oli pitää systeemi mahdollisimman yksinkertaisena ja että työntekijöiden huomio pysyisi itse työnteossa, jotta työaikaa ei kuluisi liikaa seurantalomakkeiden täyttämiseen. Tarkoituksena oli, että yritys pystyisi hyödyntämään seurantajärjestelmää tulevaisuudessa tarkkailemalla tietyn ajanjakson ajan tuotantoa. Yrityksen sisällä voitaisiin sopia esimerkiksi, että höylättäisiin tietyn sahatavaran toimittajan raaka-ainetta sopivan pituisen ajanjakson ajan ja tällä tavalla saataisiin käsitys kyseisen toimittajan laadusta. Tuloksia voitaisiin verrata keskenään, kun höylättäisiin toisen toimittajan raaka-ainetta seuraavan tarkastelujakson ajan. Tulosten perusteella olisi mahdollista tehdä päätöksiä puutavaran hankinnan suhteen.

Materiaalihukan seuranta alkaa jo pakettisahauksen yhteydessä, kun pyöräkoneen kuljettaja tuo sahatavaranipun nippukatkaisusahalle. Pakettisahalla työskentelevä työntekijällä on käytettävänä seurantalomakkeita (liite 2), joihin hän kirjaa päivämäärän, raaka-aineen toimittajan ja dimension, paketin alkua- ja katkaisupituuden sekä paketin kappalemäärän. Näiden lisäksi lomakkeeseen merkataan onko paketti katkaistu tyvi- vai latvapäästä. Seurantalomake laitetaan A4-kokoiseen muovitaskuun paketin vanteen alle, jotta lomake säilyy kuivana prosessissa eteenpäin esimerkiksi sadepäivinä. Tämän jälkeen loppupituuteen katkaistu paketti viedään kuljettimelle, joka liikuttaa raaka-aineen tehdashalliin.

Höylällä työskentelevä henkilö poistaa paketista suojamuovin, vanteet sekä ottaa muovitaskusta seurantalomakkeen. Höylääjän tehtävänä on merkata lomakkeeseen lopputuotteen dimensio sekä höylään kelpaamattomat kappaleet. Höylääjän työ voi olla ajoittain melko kiireellistä, joten hylätyt laudat lasketaan yhteen vasta kun koko nippu on käyty läpi. Eri nipuista aiheutuneet hylätyt kappaleet erotellaan toisistaan esimerkiksi narun avulla, jotta kokonaismäärän laskeminen olisi vaivatonta sekä etteivät hylätyt kappaleet menisi sekaisin (KUVA 3). Tarkoituksena on täyttää jokaiselle höylättävälle sahatavaranipulle oma seurantalomake, jotta tuloksia on mahdollista vertailla myöhemmin. Jos nipusta jää jäljelle sahatavaraa kun erä saadaan höylättyä, se merkataan lomakkeeseen ylimääräiseksi sahatavaraksi. Uuden erän alkaessa vajaasta nipusta, höylääjän on täytettävä seurantalomake, johon hän merkkää nipun tiedot samalla tavalla kuten pakettisahauksen yhteydessä. Tämän asian vuoksi höylääjälle on varattava höylän läheisyyteen tyhjiä seurantalomakkeita.





KUVA 3. Hylättyjen lautojen erotus voidaan tehdä esimerkiksi narulla. Kuva Jukka Puumalainen 2012.

Kun erä saadaan höylättyä loppuun, höylääjä antaa höyläyserän aikana täytetyt lomakkeet höylän loppupäässä työskentelevälle lajittelijalle. Lajittelijan tehtävänä on merkata viimeiseen lomakkeeseen toteutunut tuotanto eli kuinka paljon tuotettiin hyväksytyjä listoja. Tämän lisäksi hän laskee yhteen erän aikana lajittelusta syntyneen raakihöylätavaran. Hylätty höylätavara voidaan laskea joko erän valmistuttua tai taukojen aikana. Lopuksi kaikki lomakkeet nidotaan yhteen ja arkistoidaan.

Materiaalihukan seurannan avulla on mahdollista analysoida sahatavaran toimittajan, toimitus- ja katkaisupituuden sekä lopputuotteen dimension vaikutusta materiaalihukan määrään. Seuranta antaa myös tiedon siitä, onko nippu katkaistu tyvi- vai latva-päästä ja kuinka tämä asia vaikuttaa hylkyjen määrään. Lisäksi tulosten avulla pystytään laskemaan lajittelusta aiheutuva sahatavaran sekä listojen hukkaprosentti. Lomakkeiden perusteella saadaan tieto höylään syötetyn sahatavaran kokonaismäärästä ja tämän ansiosta voidaan laskea höyläyserän teoreettinen tuotantokyky, jota pystytään vertaamaan toteutuneeseen tuotantoon.

## 7 TUOTANNON RAPORTOINTIJÄRJESTELMÄ

### 7.1 Järjestelmän tarkoitus ja hyödyt

Yksi insinööriyön tavoitteista oli suunnitella Varkauden Puulle raportointijärjestelmä, johon tuotannonseurannasta saadut tulokset syötetään. Järjestelmän suunnittelussa pyrittiin mahdollisimman yksinkertaiseen käyttöliittymään, jotta järjestelmän käyttäminen olisi vaivatonta eikä tulosten syöttäminen veisi liikaa työaika. Järjestelmä päätettiin toteuttaa Excel-taulukkolaskentaohjelmalla sen helppokäyttöisyyden sekä tunnettavuuden vuoksi. Järjestelmä vaatii toimiakseen makrojen ottamisen käyttöön, koska syötettävien tulosten kopiointi toiselle välilehdelle suoritetaan makrojen avulla.

Tuotannon seurannasta saadut tulokset syötetään Excel-pohjaiseen raportointijärjestelmään. Raportointijärjestelmän tarkoituksena on tuotannosta saatujen tuloksien järkevä ja yksinkertainen esille tuonti. Järjestelmän ansiosta tuloksia voidaan tarkastella vaivattomasti ja tehdä päätelmiä tulosten pohjalta. Tulokset on mahdollista arkistoida pitkäksi ajaksi ja tämän vuoksi tuloksia voidaan tarvittaessa vertailla esimerkiksi jos halutaan tietää tietyn sahatavaran toimittajan raaka-aineen laadun vaihtelu pitkältä ajanjaksolta. Jokaiselta työpäivältä voidaan tulostaa tuotannon laaturaportit eri höyliltä.

Järjestelmää on myös mahdollista käyttää apuna höylätuotteiden hinnoittelussa. Järjestelmä antaa tiedon jokaisen höyläyserän listatavaranhukasta, mikä vaikuttaa tuotteen hinnoitteluun. Valmistuskustannukset voidaan tällä tavalla kohdistaa tarkasti halutuille tuotteille.

### 7.2 Järjestelmän käyttäminen

Järjestelmän runkona on päävalikko, jonka avulla pääsee navigoimaan muille välilehdille. Päävalikko sisältää hyperlinkin sisältäviä painikkeita, joita klikkaamalla avautuu haluttu välilehti. Aloitussivun kautta on mahdollista valita höylä, jonka tulokset kirjataan taulukkoon. Lisäksi aloitussivulta pääsee välilehdille, jotka sisältävät yhteenvedot kirjatusta tuloksista. Jokaisella välilehdellä on painike, jolla pääsee halutessa nopeasti takaisin päävalikkoon.

### 7.2.1 Tulosten syöttäminen taulukkoon

Tuloksien syöttäminen järjestelmään tapahtuu valitsemalla haluttu höylä päävalikosta. Tämän jälkeen Excel-ohjelmaan avautuu välilehti, joka sisältää taulukoita tuotannosta saatujen tulosten syöttämiseen. Taulukkoon syötetään muun muassa sahatavaran toimittaja, höylätuote, toimitus- ja katkaisupituus, nipun kappalemäärä, hylätyt kappaleet, toteutunut tuotanto sekä hylätyt listat. Kaikki taulukkoon vaadittavat tiedot näkyvät punaisella ympyröitynä kuvassa 4. Sahatavaran toimittajan valitseminen tapahtuu klikkaamalla solua ja avautuvasta alasvetovalikosta valitaan haluttu toimittaja. Samalla periaatteella toimii myös raaka-aineen valinta. Alasvetovalikkoon voidaan lisätä uusia tietoja valitsemalla alasvetovalikko-välilehti ja lisäämällä tiedot joko A tai B- sarakkeeseen. Tiedot päivittyvät välittömästi järjestelmään.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Tuote						
2	Höylätavara/lauta						
3	Raaka-aine						
4							
5	Sahatavaran toimittaja	Toimitus/katkaisupituus T/L	Kpl-määrä	Höylätyt	Hylätyt	Ylimääräinen	Hukka-%
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17	Yhteensä						
18							
19	Toteutunut tuotanto						
20	Teoreettinen tuotanto						
21	Hylätyt listat						
22	Listojen hukka-%						

KUVA 4. Tuotannosta saadut tulokset syötetään Excel-taulukkoon.

Taulukko on suunniteltu siten, että se laskee automaattisesti jokaisen sahatavaran nipun hukkaprosentin ja höylätyt laudat. Lisäksi automaattisesti määräytyvät myös koko erän teoreettinen tuotanto sekä listojen hukkaprosentti. Teoreettisen tuotannon

laskeminen on toteutettu siten, että Excel-ohjelma laskee koko erän höyläämiseen käytettyjen lautojen yhteismäärän ja kertoo tämän luvun asetteesta syntyvien listojen määrällä (höylätavara / lauta -solu). Listojen hukkaprosentin ohjelma sen sijaan laskee jakamalla hylätyt listat teoreettisen tuotannon arvolla. Jokainen tulokset-välilehti sisältää "Lisää uusi taulukko" -painikkeen, joka lisää uuden tulosten syöttämiseen tarkoitetun taulukon niiden loppuessa kesken. Painikkeen toimintatapa on toteutettu Excel-ohjelman Visual Basic -editorilla kirjoittamalla makro ja liittämällä sen koodi painikkeeseen. Lisäksi painikkeen klikkaus lisää kopioidun taulukon tiettyjen solujen osoitelinkin yhteenveto-välilehdille.

### 7.2.2 Yhteenveto-välilehtien käyttö

Yhteenveto-välilehtien tarkoitus on helpottaa tulosten analysointia ja päätöksien tekemistä tulosten pohjalta. Päävalikosta on mahdollista avata painikkeen avulla haluttu yhteenveto-välilehti. Valikosta voidaan valita halutulle höylälle joko sahatavara- tai höylätavarahukan välilehti.

Jokainen yhteenveto-välilehti sisältää järjestys-sarakkeen, jonka tarkoitus on palauttaa sarakkeiden alkuperäinen järjestys suodatuksen jälkeen. Alkuperäinen järjestys palautetaan valitsemalla järjestys-sarakkeesta joku solu ja tämän jälkeen suorittamalla Excelin toiminto "lajittele pienimmästä suurimpaan". Jokaisen suodatuksen käytön jälkeen on tärkeää palauttaa alkuperäinen järjestys ennen kuin lisää uuden taulukon tulokset-välilehdelle. Tämän lisäksi tuote, sahatavaran toimittaja sekä hukka-% sarakkeista täytyy ottaa suodatus pois käytöstä. Nämä toimenpiteet on tärkeää tehdä ennen uuden taulukon lisäämistä, jotta solujen osoitelinkit kopioituvat jatkossa oikeaan paikkaan.

Sahatavaran- ja höylätavaranhukka -välilehdet sisältävät myös "tulosta valittu alue" -painikkeen. Painikkeen avulla voidaan tulostaa haluttu alue näytöllä olevalta välilehdeltä. Tulostus tapahtuu "maalaamalla" ensin haluttu alue hiiren avulla ja tämän jälkeen klikkaamalla painiketta, jolloin valittu alue tulostuu automaattisesti.

Sahatavarahukka-välilehti koostuu kolmesta sarakkeesta, jotka ovat tuote, sahatavaran toimittaja sekä hukka-%. Näiden sarakkeiden tiedot päivittyvät automaattisesti joka kerta kun uusi taulukko lisätään tulokset-välilehdelle. Näihin kolmeen sarakkeeseen on luotu Excelin suodata-komento, jonka avulla tietoja voidaan suodattaa ha-

luamallaan tavalla. Esimerkiksi voidaan valita tietty tuotedimensio sekä sahatavaran toimittaja ja vertailla näitä tietoja keskenään.

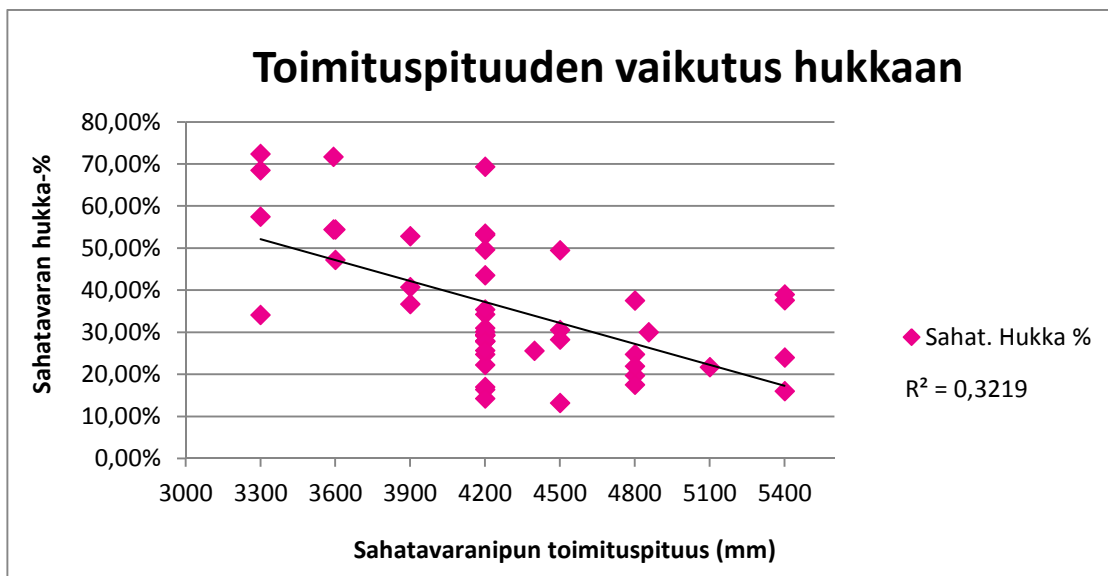
Toinen yhteenveto-välilehti on nimeltään höylätavaran hukka. Välilehti koostuu kahdesta sarakkeesta, jotka ovat tuote ja erän hukka-%. Tämäkin välilehti toimii samalla periaatteella kuten sahatavarahukan välilehti. Suodata-komennolla pystytään esimerkiksi lajittelemaan hukkaprosentit suurimmasta pienimpään.

## 8 SEURANTAJAKSON TULOSTEN ANALYSOINTI

### 8.1 Sahatavaran toimituspituuden vaikutus hukkaan

Tarkastelujakson aikana höylättiin 53 nippua sahatavaraa, joille laskettiin hukkaprosentit. Tiedossa oli myös nippujen toimituspituudet ja näiden tietojen perusteella laadittiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla kaavio, joka kuvaa toimituspituuden vaikutusta sahatavaran hukkaan (KUVIO 1). Sahatavaran toimituspituudella tarkoitetaan sahalaitokselta tulleen pakettin sahatavaran pituutta, joka katkaistaan vielä haluttuun höyläyspituuteen nippukatkaisusahalla. Tulosten perusteella sahatavaran toimituspituudella on kohtalainen vaikutus sahatavaran hukan määrään. Kaavioon merkattiin trendiviiva näyttämään muuttujien välistä korrelaatiota. Korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,32. Tuloksista ilmenee mitä suuremmaksi toimituspituus kasvaa, sitä pienemmäksi sahatavaranhukka muuttuu.

Tulosten perusteella olisi järkevää tilata sahalaitoksilta pidempää sahatavaraa, sillä siitä aiheutuu vähemmän sahatavaran hukkaa. Kaavio osoittaa selvästi, että lyhyimmistä nipuista aiheutuu hukkaa eniten. Toisaalta pidemmistä nipuista saattaa syntyä enemmän hukkaa nippukatkaisusahalla riippuen halutusta katkaisupituudesta.



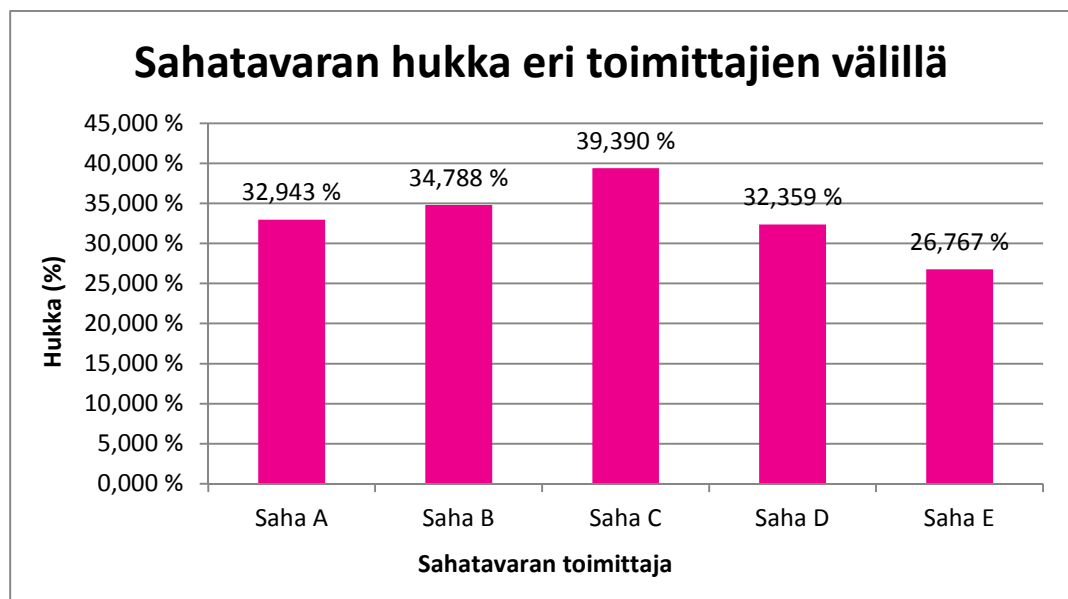
KUVIO 1. Sahatavaran toimituspituuden vaikutus hukan määrään.

## 8.2 Sahatavaran toimittajan vaikutus hukkaan

Raaka-aine muodostaa höyläämöteollisuudessa suuren osan valmistuskustannuksista. Tästä johtuen höyläämön kannattavuus riippuu merkittävästi raaka-aineen käytön hyötysuhteesta. Hyötysuhteeseen huomattavasti vaikuttava tekijä on sahatavaran laatu. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää valita höyläykseen sahatavaraa, joka on mitatarkkaa sekä laadultaan soveltuvaa höyläykseen. (Oikarinen, 17.)

Tarkastelujakson aikana höylättiin viiden eri toimittajan sahatavaraa. Yrityksen kannalta on erityisen tärkeää valita sellaiset toimittajat, joiden sahatavaran laatu pysyy tasaisena ja hukka mahdollisimman pienenä. Mahdollisiin laadun äkkinäisiin heittoihin on kyettävä reagoimaan nopeasti ja annettava välitöntä palautetta toimittajille. Tilatun sahatavaran on oltava halutunlaista.

Tarkastelujakson ajalta jokaiselle sahatavaranipulle laskettiin hukkaprosentit. Tämän jälkeen sahatavarantoimittajien hukille laskettiin keskiarvot. Sahatavarahukka on esitetty toimittajakohtaisesti kuviossa 2. Tuloksia tarkasteltaessa ei ilmennyt suuria eroja toimittajien välillä hukan jakautumisessa. Saman toimittajan välillä hukan jakautuminen vaihteli toisinaan merkittävästi. Tämä johtuu osittain latva- ja tyvipäännippujen osuudesta.



KUVIO 2. Sahatavaran hukka keskimääräisesti eri toimittajien välillä

### 8.3 Höyläysprofiilin vaikutus hukkaan

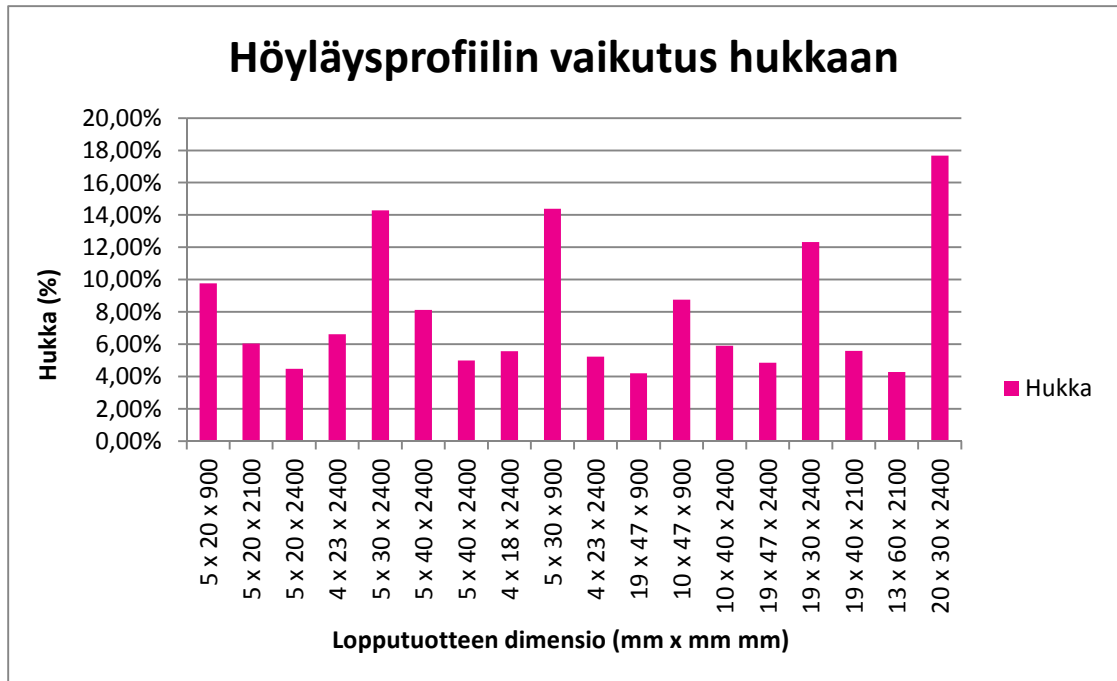
Tarkasteluajanjakson aikana saatiin kirjattua tulokset 18 höyläyserästä. Tulokset eräkohtaisille hukille on esitetty kuviossa 3. Jokaisen höyläyserän jälkeen laskettiin hylättyjen höylätavaroiden kokonaismäärä, jotta eräkohtainen hukka olisi mahdollista laskea. Tämän lisäksi jokaiselle höyläyserälle laskettiin teoreettinen tuotantokyky eli minkä verran optimitalanteessa olisi mahdollista höylätä höylätavaraa. Tiedossa oli höylään syötetyt laudat sekä yhdestä laudasta syntyvä höylätavaramäärä, joiden perusteella laskettiin teoreettinen tuotantokyky. Eräkohtainen hukkaprosentti laskettiin kaavalla 1.

$$\text{Eräkohtainen hukka} - \% = \frac{\text{hylätty höylätavara (kpl)}}{\text{teoreettinen tuotantokyky (kpl)}} * 100 \quad (1)$$

Asiakkaan vaatimustaso laadun suhteen on merkittävin tekijä, joka vaikuttaa höylän loppupäässä lajittelun ankaruuteen ja samalla hukkaan. Esimerkiksi jos asiakas vaatii lähes oksatonta listatavaraa, se vaikuttaa huomattavasti hylättyjen listojen määrään.

Höylääjän tehtävä on syöttää raaka-ainetta höylään sekä poistaa höylään kelpaamattomat raakit. Tämän vuoksi höyläjäällä on suuri vastuu millaista höylätavaraa höylästä tulee ulos. Hänen tehtävään on ottaa huomioon jokaisen profiilin erityisvaatimukset sekä mietittävä millaista raaka-ainetta höylään on järkevää syöttää. Höylääjän on katsottava jokainen lauta erikseen, jotta välttyään kallisarvoisen raaka-aineen turhalta höyläykseltä ja tarpeettomilta hylkylistoilta. Tavoitteena on, että jokaisesta höylään syötetystä laudasta saadaan mahdollisimman hyvä saanto sekä välttyään turhilta hylkylistoilta.





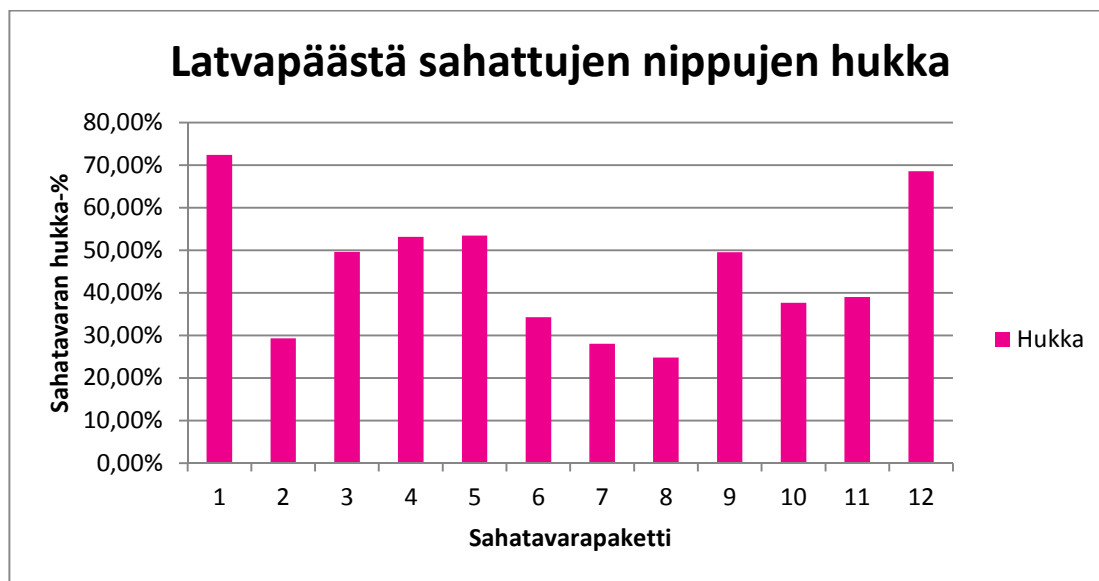
KUVIO 3. Höyläysprofiilin vaikutus lajittelun aiheuttamaan höylätavarahukkaan

#### 8.4 Lopputuotteen ostajan vaikutus hukkaan

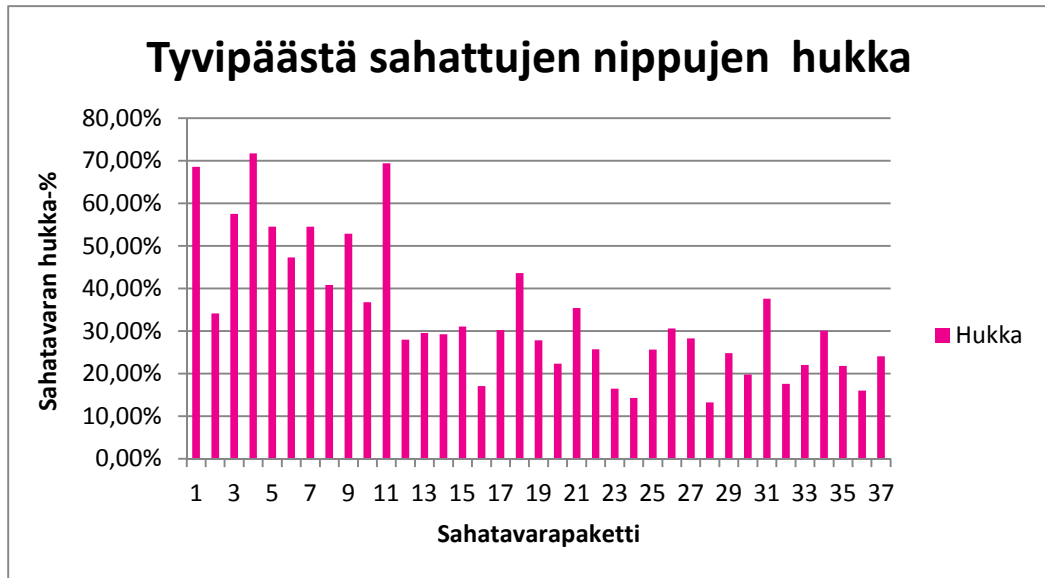
Asiakkaalla on suuri vaikutus siihen, kuinka paljon syntyy laatulajittelun aiheuttamaa hukkaa. Varkauden Puu on suuntautunut vahvasti vientimarkkinoille Saksaan ja Isoon-Britanniaan. Näiden maiden höylätyn puutavaran laatuvaatimukset poikkeavat merkittävästi toisistaan ja tämä asia vaikuttaa radikaalisesti saha- ja höylätavaran hukkaan. Tämän asian huomaa selvästi lajittelun yhteydessä. Höylääjän täytyy ottaa asiakkaan vaatimustaso huomioon raaka-ainetta tarkastellessa sekä hylätä höylään kelpaamattomat kappaleet. Hylättävän sahatavaran määrä vaihtelee rajusti eri asiakkaiden välillä. Lisäksi lopputuotteen ostaja vaikuttaa höylän loppupään lajittelun ankaruuteen. Saksaan höylätään lähes oksatonta listatavaraa. Sen sijaan Isoon-Britanniaan kelpaa oksaisempikin höylätavara, mutta näkyvimpiä vikoja ei kuitenkaan sallita kuten oksanreikiä tai vajaasärmäisyyttä. Tärkeätä on siis valita raaka-aine huolella jokaiselle asiakkaalle, jotta vältetään suurilta hukkamääriltä ja ylimääräiseltä työltä kuten, hukkapienojen siirroilta ja raaka-aineen ylimääräiseltä käsittelyltä.

### 8.5 Tyvi- ja latvapäästä katkaisun vaikutus hukkaan

Sahatavaranipun katkaisu tyvi- tai latvanipuksi on höyläyksen hukkamäärään olennaisesti vaikuttava tekijä. Höylättäessä on otettava huomioon asiakkaan vaatimustaso laadun suhteen ja silloin on tärkeätä valita höylätäänkö joko tyvipään tai latvapään sahatavaranippuja. Tyvipäästä sahatut niput ovat yleensä parempia höyläyslaadultaan, kun sen sijaan latvapäässä on tyypillisesti enemmän vajaasärmäisyyttä, mikä vaikuttaa lajittelun hukkaan ennen höyläystä. Latvapäästä sahatut niput olisi kannattavaa hyödyntää sellaisten tuotteiden höyläykseen, joiden laatuvaatimukset eivät ole tiukimmasta päästä. Tällä tavalla saataisiin vähennettyä sahatavaran lajitteluun kuluva aikaa sekä raakkilistojen määrää höylän loppupäässä. Seurantajaksolta saaduista tuloksista ilmenee, että latvapään nippujen sahatavaran keskimääräinen hylkäysprosentti on 42,8 % (KUVIO 4). Tyvipään nippujen vastaava arvo on 33,7 % (KUVIO 5).



KUVIO 4. Tarkastelujakson aikana höylättyjen latvapään nippujen hukkaprosentit



KUVIO 5. Tarkastelujakson aikana höylättyjen tyvipään nippujen hukkaprosentit

## 9 MATERIAALIHUKAN VAIKUTUS TUOTTAVUUTEEN

Puutuoteteollisuudessa materiaalikustannusten osuus on yleisesti varsin merkittävä. Nykyisillä tuotantotekniikoilla materiaalikustannusten osuus muuttuvista kustannuksista on huomattavasti suurempi kuin palkkakustannusten osuus. Tästä johtuen on erittäin tärkeätä seurata materiaalien ja tarvikkeiden käytön kulutusta. Materiaalituottavuuteen on syytä kiinnittää huomiota sitä tarkemmin mitä korkeammat materiaalikustannukset ovat. Materiaalituottavuus kuvaa kuinka paljon materiaaliin ja palveluihin panostettu rahamäärä on tuottanut niille jalostusarvoa. (Pitkänen, 42.)

Materiaalihukan vähentämiseen kannattaa kiinnittää huomiota monestakin syystä. Ensinnäkin hukataan kallisarvoista koneaikaa höylättäessä sahatavaraa, jonka laatu ei ole tarpeeksi hyvä. Tämä aika on tärkeätä käyttää mahdollisimman tehokkaasti hyväksi tuottaessa laadukasta höylätavaraa. Toiseksi työntekijöiden työaika menee hukkaan, kun joudutaan käsittelemään hylkypinoja. Työaikana ei tulisi tehdä mitään ylimääräistä, vaan se pitäisi käyttää tuottavan työn tekemiseen. Näistä tekijöistä johtuen työn tuottavuus heikkenee ylimääräisen työn vuoksi, kun höylätään huonolaatuista raaka-ainetta ja työntekijöiden huomio keskittyy hukkapinon käsittelyyn.

Kolmanneksi materiaalihukka aiheuttaa tehdastiloihin tarpeettomia varastoja hylkynipuista, joiden käsittelyyn saattaa kulua huomattava määrä työaika. Tarpeettomien varastojen takia syntyy ylimääräistä puutavaran kuljettelu paikasta toiseen. Esimerkiksi höylän loppupäässä saattaa syntyä toisinaan paljon raakkilistoja lajittelusta johtuen. Näiden raakkilistojen käsittely, siirtely sekä niputtaminen ovat turhaa työtä. Nämä työvaiheet aiheuttavat tarpeetonta liikkumista. Osaltaan tämä vaikuttaa siten, että tuotantoprosessiin aiheutuu viiveitä, työt kasaantuvat ja tuottavuus kärsii.

Neljänneksi materiaalihukka vaikuttaa tuotteiden hinnoitteluun. Mitä enemmän tuotannossa syntyy hukkaa, sitä enemmän se otetaan huomioon tuotteiden hintatasossa. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää seurata hukan määrää ja reagoida siihen sen kasvaessa suureksi. Hukka vaikuttaa tuotteiden hinnoitteluun ja samalla yritysten väliseen kilpailuun. Materiaalituottavuutta on syytä seurata, jotta yrityksen kilpailukyky säilyy markkinoilla.

Viidenneksi viallisten tuotteiden höyläminen, pois heittäminen ja täydennysosan valmistaminen ovat hukattua aikaa ja turhaa työtä. Tämän vuoksi joudutaan höylää-

mään lisää tuotteita, minkä vuoksi kone- ja työaikaa tarvitaan enemmän kuin on alkuperäisesti suunniteltu. Edellä mainittujen tekijöiden vuoksi tuottavuus ja tehokkuus alenevat.

Kaikki nämä tekijät vaikuttavat osaltaan yrityksen kokonaistuottavuuteen ja kannattavuuteen. Tämän vuoksi näitä tekijöitä kannattaa seurata, jotta toiminta jatkuisi tulevaisuudessakin. Kaikkea tuotannossa syntyvää hukkaa ei ole mahdollista poistaa, mutta sitä pystyy vähentämään tarkkailemalla omaa käyttäytymistään sekä raaka-aineen laatua.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Insinööriyön tavoitteena oli suunnitella Varkauden Puulle materiaalihukan seuranta-järjestelmä sekä Excel-pohjainen tulosten syöttämiseen tarkoitettu raportointijärjestelmä. Lähtökohtana oli yrityksen tarve höylälinjan materiaalihukan selvittämiseksi. Työssä keskityttiin ainoastaan yhden höylälinjan sahatavara- ja höylätavarahukan tarkastelemiseen. Kyseiselle linjalle oli investoitu noin vuosi sitten uusi höyläkone, joka on tällä hetkellä tehokkain höyläysnopeudeltaan sekä pitkälle automatisoitu. Tälle linjalle suunniteltiin materiaalihukan seurantajärjestelmä, jota voidaan soveltaa muillekin höylälinjoille.

Höyläämöalalla materiaalikustannukset ovat usein merkittäviä ja tämän vuoksi materiaalihukkaan on syytä kiinnittää huomioita. Seurantajaksolta saaduista tuloksista ilmeni, että materiaalihukkaan vaikutti monet eri tekijät, joista yksi merkittävimpiä oli sahatavaran toimittajan laatu. Raaka-aineen laatu saattoi vaihdella rajusti jopa saman toimittajan välillä. Yrityksen kannattaa kiinnittää huomiota sahatavaran laadun vaihteluihin, sillä se aiheuttaa kallisarvoisen raaka-aineen hukkaa höyläyksessä. Hukkaa voitaisiin vähentää tuotannonohjauksen avulla. Huonompilaatuiset sahatavaraniput kannattaisi hyödyntää sellaisiin tuotteisiin, joiden laatuvaatimukset eivät olisi niin tiukkoja. Sen sijaan parempilaatuinen raaka-aine olisi järkevää hyödyntää tuotteisiin, joiden laadun on oltava virheetöntä.

Toinen hukkaan radikaalisesti vaikuttava tekijä oli lopputuotteen dimensio. Kaikilla dimensioilla on omat erityisvaatimuksensa sahatavaran lajittelun suhteen. Höylääjän on saatava höylään syötetyistä laudoista mahdollisimman hyvä saanto. Höylään ei ole järkevää syöttää raaka-ainetta, jonka tiedetään olevan huonolaatuista. Hukkaa voitaisiin vähentää tarkkailemalla toimintaa höylääjän työpisteellä ottamalla huomioon jokaisen dimension vaatimukset.

Raportointijärjestelmä antaa yritykselle tiedon jokaisen toimittajan tunnusluvuista sekä jokaisen erän hukasta. Näiden tietojen avulla on mahdollista tehdä päätöksiä raaka-aineen hankinnan suhteen ja selvittää esimerkiksi tiettyjen höylätuotteiden keskimääräiset hukkaprosentit.

Insinööriyön tutkimustuloksia sekä seurantajärjestelmää voidaan pitää vertailupohjana tulevaisuudessa tehtäville parannuksille sekä kehittämiskohteille. Materiaalihukan seurantajärjestelmän ideaa on mahdollista kehittää eteenpäin esimerkiksi ottamalla

huomioon ennen höyläystä hylätyn raaka-aineen lopullinen hukka tuotannossa. Jatkotutkimusideana voisi myös olla nippukatkaisusahan hukan määrittäminen tietyn pituisille sahatavarapaketeille.

## LÄHTEET

Liker, J. 2006. *Toyotan tapaan*. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Merikallio, L. & Haapasalo, H. 2009. *Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla*. [verkkojulkaisu]. Tekes. [viitattu 06.03.2012]. Saatavissa:

[http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS\\_0\\_201\\_403\\_994\\_2095\\_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/rak\\_ymparisto/documents/lean\\_raportti.pdf](http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/rak_ymparisto/documents/lean_raportti.pdf)

Oikarinen, M. *Höyläämöteollisuus, höyläämötuotteet*. Savonia ammattikorkeakoulu. Sahatavaran jatkojalostus 1. Kurssiluento 5.

Pitkänen, R. *Tuottavuus. Tuottavuuden mittaaminen ja seuranta puutuoteteollisuudessa*. Savonia ammattikorkeakoulu. Tuotantotekniikka. Kurssiluento 12.

Ranta, T. 2010. *Huolto- ja varaosakeskuksen toiminnan kehittäminen lean-työkaluilla*. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, tuotantotalouden koulutusohjelma / kansainvälinen logistiikka. Opinnäytetyö.

Vaittinen, M. 2011. *Valmistettavuuden suunnittelu mukautuvassa elektroniikkatuotannossa*. Espoo: Aalto yliopisto, sähkötekniikan osasto. Diplomityö

Varkauden Puu Oy www-sivu [viitattu 11.01.2012]. Saatavissa:

<http://www.varkaudenpuu.com/yritys.html>



**Seurantajakson tuotannon seurantalomake**

Päivämäärä

Sahatavaran toimittaja

Toimituspituus / katkaisupituus (T/ L)

/ ( )

T = tyvi, L = latva

Raaka-aineen dimensio

Lopputuotteen dimensio

Sahatavaran kokonaismäärä

kpl

Hylätty sahatavara

kpl

Ylimääräinen sahatavara

kpl

Materiaalihukan syy	Hukka (kpl)
<i>Hukka ennen höyläystä</i>	
Pakettisahauksen hukka	
Oksaisuus	
Vajaasärmäisyys	
Pihkaisuus	
Alimittaisuus	
Halkeama	
Lenkous	

**Materiaalihukkajärjestelmän seurantalomake**

Päivämäärä

Sahatavaran toimittaja

Toimituspituus / katkaisupituus (T/ L)

/ ( )

T = tyvi, L = latva

Raaka-aineen dimensio

Lopputuotteen dimensio

Sahatavaran kokonaismäärä

kpl

Hylätty sahatavara

kpl

Ylimääräinen sahatavara

kpl

Materiaalihukan syy	Yhteensä
<i>Hukka ennen höyläystä</i>	
Sahatavaran hukka	
<i>Hukka höyläyksen jälkeen</i>	
Höylätavaran hukka	kpl

Toteutunut tuotanto	kpl
---------------------	-----

Tuote	Toimittaja	Raaka-aine	Toimituspituus	Katkaisupituus	Tyvi/latva	Kokonaismäärä	Hylätty	Ylimääräinen	Sahat. Hukka %
5 x 20 x 900	Saha A	25 x 100	4500	2100	L	301	149		49,502 %
5 x 20 x 900	Saha B	25 x 100	4200	2100	L	399	198		49,624 %
5 x 20 x 900	Saha B	25 x 100	4200	2100	T	399	8	328	11,268 %
5 x 20 x 2100	Saha B	25 x 100	4200	2100	T	328	60		18,293 %
5 x 20 x 2100	Saha B	25 x 100	4200	2100	L	399	212		53,133 %
5 x 20 x 2100	Saha B	25 x 100	4200	2100	T	179	54		30,168 %
5 x 20 x 2100	Saha B	25 x 100	4200	2100	L	305	163		53,443 %
5 x 20 x 2100	Saha C	25 x 100	4800	2400	T	473	4	376	4,124 %
5 x 20 x 2400	Saha C	25 x 100	4800	2400	T	376	79		21,011 %
5 x 20 x 2400	Saha C	25 x 100	4800	2400	T	473	53	332	37,589 %
4 x 23 x 2400	Saha C	25 x 100	4800	2400	T	332	73		21,988 %
4 x 23 x 2400	Saha C	25 x 100	4855	2400	T	473	142		30,021 %
5 x 30 x 2400	Saha D	25 x 100	4800	2400	T	400	79		19,750 %
5 x 30 x 2400	Saha D	25 x 100	4800	2400	T	400	99		24,750 %
5 x 30 x 2400	Saha B	25 x 100	4500	2400	T	400	113		28,250 %
5 x 30 x 2400	Saha D	25 x 100	4200	2400	T	400	124		31,000 %
5 x 30 x 2400	Saha D	25 x 100	4500	2400	T	400	29	180	13,182 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	4500	2100	T	180	55		30,556 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	4200	2400	T	400	118		29,500 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	4200	2400	T	400	117		29,250 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	5400	2400	T	300	48		16,000 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	5400	2400	L	300	113		37,667 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	5100	2400	T	400	26	282	22,034 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	5100	2400	T	282	61		21,631 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	5400	2400	L	100	39		39,000 %
5 x 40 x 2400	Saha D	25 x 100	4200	2400	T	100	24		24,000 %
5 x 40 x 2400	Saha C	25 x 100	4200	2400	T	473	34	424	69,388 %
5 x 40 x 2400	Saha C	25 x 100	4398	2400	T	473	121		25,581 %
5 x 40 x 2400	Saha C	25 x 100	4200	2400	T	473	132		27,907 %
4 x 18 x 2400	Saha C	25 x 100	4200	2400	T	473	206		43,552 %
4 x 18 x 2400	Saha C	25 x 100	4200	2400	T	473	42	322	27,815 %
5 x 30 x 900	Saha D	25 x 100	4200	2100	L	400	70	161	29,289 %
4 x 23 x 2400	Saha C	25 x 100	4800	2400	T	322	114		35,404 %
4 x 23 x 2400	Saha A	25 x 100	4200	2400	T	359	80		22,284 %
4 x 23 x 2400	Saha A	25 x 100	4200	2400	T	220	18	150	25,714 %
19 x 47 x 900	Saha C	25 x 100	4500	2400	T	485	115	203	40,780 %
10 x 47 x 900	Saha C	25 x 100	3900	1950	T	473	159	40	36,721 %
10 x 40 x 2400	Saha C	25 x 100	3600	2400	T	472	257		54,449 %
10 x 40 x 2400	Saha C	25 x 100	3300	2400	T	473	272		57,505 %
10 x 40 x 2400	Saha C	25 x 100	3592	2400	T	473	171	159	54,459 %

19 x 47 x 2400	Saha C	25 x 100	3900	2400	T	473	250		52,854 %
19 x 47 x 2400	Saha C	25 x 100	3592	2400	T	159	114		71,698 %
19 x 47 x 2400	Saha D	25 x 100	3300	2400	T	398	74	290	68,519 %
19 x 30 x 2400	Saha D	25 x 100	3600	2400	T	290	137		47,241 %
19 x 30 x 2400	Saha B	25 x 100	3300	2400	T	400	86	148	34,127 %
19 x 40 x 2100	Saha A	25 x 100	4200	2100	L	461	158		34,273 %
19 x 40 x 2100	Saha D	25 x 100	4200	2100	L	268	194		72,388 %
19 x 40 x 2100	Saha D	25 x 100	4200	2100	T	451	74		16,408 %
19 x 40 x 2100	Saha D	25 x 100	4200	2100	L	451	32	376	42,667 %
13 x 60 x 2100	Saha E	19 x 100	4200	2100	T	498	71		14,257 %
13 x 60 x 2100	Saha E	19 x 100	4200	2100	L	498	163	83	39,277 %
20 x 30 x 2400	Saha C	25 x 100	5100	2450	L	473	190		40,169 %
20 x 30 x 2400	Saha C	25 x 100	5100	2450	T	473	24	404	34,783 %

